PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-218405
(43)Date of publication of application : 10.08.2001

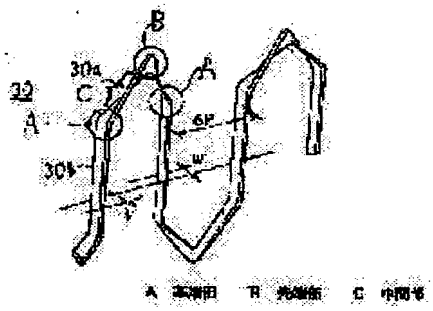
(51)Int.CI. H02K 3/04
H02K 15/04
H02K 19/22

(21)Application number : 2000-022687
(22)Date of filing : 31.01.2000

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
(72)Inventor : ASAO YOSHITO

(54) AC GENERATOR

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a coil end having a desired hardness distribution and an AC generator of low noise in which variation of a stator is restrained by utilizing the hardness distribution.
SOLUTION: In this AC generator, a front side coil end 16a and a rear side coil end 16b are constituted of a plurality of extruding parts 30a arranged in the peripheral direction of conductor 30, and have the same hardness distributions wherein hardness is different in the axial line direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.01.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

ぱるも
'03.7.26
特許事務所

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2001－218405
（P2001－218405A）
(43)公開日　平成13年８月10日(2001.8.10)

(51)Int.Cl.'	識別記号	ＦＩ		テーマコード'（参考）
Ｈ０２Ｋ　3/04		Ｈ０２Ｋ　3/04	Ｅ	５Ｈ６０３
15/04		15/04	Ｚ	５Ｈ６１５
19/22		19/22		５Ｈ６１９

審査請求　有　　請求項の数８　ＯＬ　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2000－22687(P2000－22687)

(22)出願日　平成12年１月31日(2000.1.31)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号

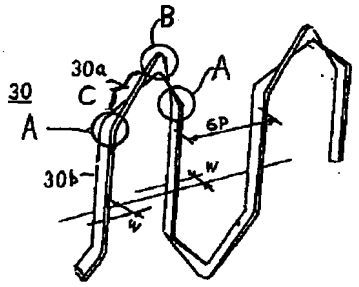
(72)発明者　浅尾　淑人
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

(74)代理人　100057874
弁理士　曾我　道照　（外６名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　交流発電機

(57)【要約】
【課題】　この発明は、所望の硬度分布を有するコイルエンドを得ることができ、この硬度分布を利用して固定子の振動を抑制して低騒音の交流発電機を得る。
【解決手段】　この発明は、フロント側コイルエンド１６ａおよびリア側コイルエンド１６ｂは、導線３０の周方向に並んだ複数の延出部３０ａで構成されているとともに、フロント側コイルエンド１６ａおよびリア側コイルエンド１６ｂは、軸線方向に沿って異なった硬度である硬度分布を有しており、かつその硬度分布が同一である。



A　基端部　B　先端部　C　中間部

1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　回転周方向に沿ってＮ極、Ｓ極を交互に形成する回転子と、この回転子を囲った固定子鉄心およびこの固定子鉄心に装着された多相固定子巻線を有する固定子とを備え、

前記固定子鉄心は、軸線方向に延びたスロットが周方向に所定ピッチで複数形成され、

前記多相固定子巻線は、導線が前記固定子鉄心の両端面側のスロット外で折り返されて第１のコイルエンドおよび第２のコイルエンドが形成されているとともに、所定スロット数毎に前記スロット内でスロット深さ方向に内層と外層とが交互に採るように構成された固定子巻線部を含む交流発電機であって、

前記第１のコイルエンドおよび前記第２のコイルエンドは、前記導線の周方向に並んだ複数の延出部で構成されているとともに、前記第１のコイルエンドおよび前記第２のコイルエンドは、軸線方向に沿って異なった硬度である硬度分布を有しており、かつその硬度分布が同一である交流発電機。

【請求項２】　延出部の硬度分布は、延出部の先端部および基端部と比較して中間部の硬度が高い請求項１に記載の交流発電機。

【請求項３】　延出部の硬度変化は曲げ加工硬化処理および加熱軟化処理の少なくとも一方の処理により与えられる請求項１または請求項２に記載の交流発電機。

【請求項４】　予め曲げ加工硬化処理がされた後に、延出部の全体が加熱軟化処理されている請求項３に記載の交流発電機。

【請求項５】　導線がスロット内のそれぞれにスロット深さ方向に２ｎ層ずつ配列され、延出部が周方向にｎ列に並んで配列されている請求項１ないし請求項４の何れかに記載の交流発電機。

【請求項６】　各延出部が、略同一形状に形成されている請求項１ないし請求項５の何れかに記載の交流発電機。

【請求項７】　周方向に隣り合う延出部間には空間が形成されている請求項１ないし請求項６の何れかに記載の交流発電機。

【請求項８】　延出部には樹脂を備えている請求項１ないし請求項７の何れかに記載の交流発電機。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば内燃機関により駆動される交流発電機に関し、例えば乗用車、トラック等の乗り物に搭載される車両用交流発電機の固定子構造に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】車両エンジンの静粛化が進み、エンジン補機の低騒音化ニーズが望まれており、例えばエンジンに取り付けられる車両用交流発電機においては、特に低

2

磁気騒音化のニーズが高いが、高出力化に伴い、益々磁気騒音が拡大する傾向にある。磁気騒音は、固定子と回転子の対向する空隙部に生じる磁気加振力により、固定子鉄心が共振し、磁気騒音として放射されるため、発生源である固定子の振動を抑えることが重要である。固定子鉄心は、薄板を積層した構造であり、細長のティースを有するので、剛性が低く、特に振動し易い形状であり、体格や重量を大きくせずに固定子自身の剛性向上をするには限界があった。そこで、固定子鉄心の振動を固定子の他の構成部材である固定子巻線によって減衰させることが考えられる。即ち、固定子巻線のバネおよび減衰要素によって固定子鉄心の振動を吸収するものだが、下記のような製法上の問題もあり、固定子巻線のバネ要素である硬度を管理することには困難であった。特公平４－６１５８４号公報には、内周面にスロットが形成された固定子鉄心に軸線方向から巻線挿入装置を用いて固定子巻線を挿入して固定子を製造する方法が示されている。この例では、予め導線を星型成形して構成された固定子巻線を円筒形状の固定子鉄心に軸線方向から強引に挿入しており、その際に導線同士が干渉し合い、また固定子鉄心と干渉して破損が生じてしまう虞があり、ましてや固定子鉄心の両端面から突出した固定子巻線のコイルエンドは不揃いで、所望の硬度分布を有するコイルエンドを得ることができない上に、かかる挿入方式のために、コイルエンドに加わる機械的負荷は大きく異なるために、両コイルエンド間の硬度分布にも大きな差異があった。

【０００３】また、本願出願人が出願した特開平９－１０３０５２号公報には、上記公報のものと比較して固定子鉄心に固定子巻線を装着する際の組立作業性が大幅に向上した交流発電機の固定子の構成が示されている。図１８はこの公報に示された交流発電機の全体斜視図である。この固定子１４０は、軸方向に延びるスロット１５０ａが周方向に等分間隔で複数形成された円筒状の積層鉄心からなる固定子鉄心１５０と、固定子鉄心１５０に巻装された固定子巻線１７０とを備えている。固定子巻線１７０は、ａ相交流巻線部１７０ａ、ｂ相交流巻線部１７０ｂおよびｃ相交流巻線部１７０ｃからなり、銅表面に絶縁皮膜された丸線を束ねて構成された３相交流巻線である。なお、Ｏａ、ＯｂおよびＯｃはａ相、ｂ相及びｃ相の口出線であり、Ｎａ、ＮｂおよびＮｃはａ相、ｂ相及びｃ相の中性点引き出し線である。

【０００４】上記構成の固定子１４０では、図１９に示すように、帯状の積層体１８３に、予め平坦な形状に成形されたａ相交流巻線部１７０ａ、ｂ相交流巻線部１７０ｂおよびｃ相交流巻線部１７０ｃを重ねるようにして装着し、この後積層体１８３を成形装置（図示せず）により、円筒形状に曲げて鉄心突合わせ部１８４を溶接して製造している。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】図１８に示した車両用交流発電機の固定子１４０は、固定子鉄心１５０に固定子巻線１７０を装着する際の組立作業性で大幅に向上するものの、固定子巻線１７０は、可撓性を有する丸線を巻回して構成されており、固定子鉄心１５０の両端面から突出した第１のコイルエンド１９０aおよび第２のコイルエンド１９０ｂでの丸線は整列されてなく不揃いで、相互に干渉しており、特公平４－６１５８４号公報に記載のものと同様に、所望の硬度分布を有するコイルエンド１９０ａ、１９０ｂを得ることができなかった。また、第１のコイルエンド１９０ａ、第２のコイルエンド１９０ｂにおいて丸線は不整列で互いに干渉しているので、積層体１８３に固定子巻線１７０を挿入した後、円筒形に成形する際に、コイルエンド１９０ａ、１９０ｂには機械的負荷がランダムに加わるために、コイルエンド１９０ａ、１９０ｂを所望の硬度分布にすることができなかった。このように、所望の硬度を得ることが難しいために、固定子鉄心１５０を挟んだ両側のコイルエンド１９０ａ、１９０ｂの剛性が異なり、固定子鉄心１５０の振動を十分に抑制できないばかりか、コイルエンド１９０ａ、１９０ｂの振動位相によってかえって振動を励起させてしまうことも生じた。

【０００６】この発明は、上記の問題点を解決することを課題とするものであって、所望の硬度分布を有するコイルエンドを得ることができ、この硬度分布を利用して固定子鉄心の振動を抑制して低騒音の交流発電機を得ることを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項１に係る交流発電機は、第１のコイルエンドおよび第２のコイルエンドは、導線の周方向に並んだ複数の延出部で構成されているとともに、前記第１のコイルエンドおよび前記第２のコイルエンドは、軸線方向に沿って異なった硬度である硬度分布を有しており、かつその硬度分布が同一である。

【０００８】この発明の請求項２に係る交流発電機では、延出部の硬度分布は、先端部および基端部と比較して中間部の硬度が高い。

【０００９】この発明の請求項３に係る交流発電機では、延出部の硬度変化は曲げ加工硬化処理および加熱軟化処理の少なくとも一方の処理により与えられる。

【００１０】この発明の請求項４に係る交流発電機では、予め曲げ加工硬化処理がされた後に、延出部の全体が加熱軟化処理されている。

【００１１】この発明の請求項５に係る交流発電機では、導線がスロット内のそれぞれにスロット深さ方向に２ｎ層ずつ配列され、延出部が周方向にｎ列に並んで配列されている。

【００１２】この発明の請求項６に係る交流発電機では、各延出部が、略同一形状に形成されている。

【００１３】この発明の請求項７に係る交流発電機では、周方向に隣り合う延出部間には空間が形成されている。

【００１４】この発明の請求項８に係る交流発電機では、延出部には樹脂を備えている。

【００１５】

【発明の実施の形態】実施の形態１．図１はこの発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機の構成を示す断面図、図２はこの車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図３は図１の固定子の巻線図、図４は図１の交流発電機の電気回路図である。なお、図２においては、各相の口出線、中性点引き出し線は省略されている。

【００１６】この交流発電機は、アルミニウム製のフロントブラケット１及びリヤブラケット２から構成されたケース３と、このケース３内に設けられ一端部にプーリ４が固定されたシャフト６と、このシャフト６に固定されたランデル型の回転子７と、回転子７の両側面に固定されたファン５と、ケース３の内壁面に固定された固定子８と、シャフト６の他端部に固定され回転子７に電流を供給するスリップリング９と、スリップリング９に摺動する一対のブラシ１０と、このブラシ１０を収納したブラシホルダ１１と、固定子８に電気的に接続され固定子８で生じた交流を直流に整流する整流器１２と、ブラシホルダ１１に嵌着されたヒートシンク１７と、このヒートシンク１７に接着され固定子８で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ１８とを備えている。

【００１７】回転子７は、電流を流して磁束を発生する回転子コイル１３と、この回転子コイル１３を覆って設けられその磁束によって磁極が形成される一対のポールコア２０、２１とから構成されている。一対のポールコア体２０、２１は、鉄製で、それぞれ８つの爪状磁極２２、２３が外周縁に周方向に等角ピッチで、かつかみ合うように対向してシャフト６に固着されている。

【００１８】固定子８は、軸方向に延びるスロット１５ａが周方向に所定ピッチで複数形成された円筒状の積層鉄心からなる固定子鉄心１５と、固定子鉄心１５に巻装された３相固定子巻線１６と、各スロット１５ａ内に装着されて３相固定子巻線１６と固定子鉄心１５とを電気的に絶縁するインシュレータ１９とを備えている。２組の巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂを備えた３相固定子巻線１６は、１本の導線３０が、固定子鉄心１５の端面側のスロット１５ａ外で折り返されて、所定スロット数毎にスロット１５ａ内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように波巻きされて巻装された複数の巻線部から構成されている。

【００１９】３相固定子巻線１６は、固定子鉄心１５の両端面からそれぞれ突出した、第１のコイルエンドであるフロント側コイルエンド１６ａ、第２のコイルエンドであるリア側コイルエンド１６ｂを有している。コイルエンド１６ａ、１６ｂは、複数の延出部３０ａから構成

されている。同一形状の延出部３０ａは周方向に、かつ径方向に互いに離間して２列となって整然と配列されている。図１６に示すように、フロント側コイルエンド１６ａとリア側コイルエンド１６ｂは、軸線方向の硬度分布が同一であり、延出部３０ａの硬度分布は、先端部および基端部と比較して中間部の硬度が高い。なお、ここでは、固定子鉄心１５には、回転子７の磁極数（１６）に対応して、３相固定子巻線１６を２組収容するように、スロット１５ａが９６箇所に等間隔に形成されている。また、導線３０には、例えば絶縁被覆された長方形の断面を有する長尺の銅線材が用いられている。

【００２０】次に、１相分の固定子巻線部１６１の巻線構造について図３を参照して具体的に説明する。１相分の固定子巻線部１６１は、それぞれ１本の導線３０からなる第１ないし第４巻線部３１～３４から構成されている。そして、第１巻線部３１は、１本の導線３０を、スロット番号の１番から９１番まで６スロットおきに、スロット１５ａ内の外周側から１番目の位置と外周側から２番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。また、第２巻線部３２は、導線３０を、スロット番号の１番から９１番まで６スロットおきに、スロット１５ａ内の外周側から２番目の位置と外周側から１番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。また、第３巻線部３３は、導線３０を、スロット番号の１番から９１番まで６スロットおきに、スロット１５ａ内の外周側から３番目の位置と外周側から４番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。第４巻線部３４は、導線３０を、スロット番号の１番から９１番まで６スロットおきに、スロット１５ａ内の外周側から４番目の位置と外周側から３番目の位置とを交互に採るように波巻きして構成されている。そして、各スロット１５ａ内には、導線３０が長方形断面の長手方向を径方向に揃えて径方向に１列に４ターン並んで配列されている。

【００２１】そして、固定子鉄心１５の一端側において、スロット番号の１番から延出する第１巻線部３１の端部３１ａと、スロット番号の９１番から延出する第３巻線部３３の端部３３ｂとが接合され、さらにスロット番号の１番から延出する第３巻線部３３の端部３３ａと、スロット番号の９１番から延出する第１巻線部３１の端部３１ｂとが接合されて、２ターンの巻線部が形成されている。また、固定子鉄心１５の他端側において、スロット番号の１番から延出する第２巻線部３２の端部３２ａと、スロット番号の９１番から延出する第４巻線部３４の端部３４ｂとが接合され、さらにスロット番号の１番から延出する第４巻線部３４の端部３４ａと、スロット番号の９１番から延出する第２巻線部３２の端部３２ｂとが接合されて、２ターンの巻線部が形成されている。

【００２２】さらに、スロット番号の６１番と６７番とから固定子鉄心１５の一端側に延出する第２巻線部３２の導線３０の部分が切断され、スロット番号の６７番と７３番とから固定子鉄心１５の一端側に延出する第１巻線部３１の導線３０の部分が切断される。そして、第１巻線部３１の切断端３１ｃと第２巻線部３２の切断端３２ｃとが接合されて、第１ないし第４巻線部３１～３４を直列接続してなる４ターンで１相分の固定子巻線部１６１が形成されている。なお、第１巻線部３１の切断端３１ｃと第２巻線部３２の切断端３２ｃとの接合部が渡り結線接続部となり、第１巻線部３１の切断端３１ｄと第２巻線部３２の切断端３２ｄとがそれぞれ口出し線（Ｏ）および中性点（Ｎ）となる。同様にして、導線３０が巻装されるスロット１５ａを１つづつずらして６相分の固定子巻線部１６１が形成されている。そして、図４に示されるように、固定子巻線部１６１が３相分づつ星型結線されて２組の３相固定子巻線部１６０を形成し、各３相固定子巻線部１６０がそれぞれ整流器１２に接続されている。各整流器１２の直流出力は並列に接続されて合成される。

【００２３】次に、固定子８の組立方法について図５ないし図１４を参照しつつ具体的に説明する。まず、図５に示されるように、１２本の長尺の導線３０を同時に同一平面上で雷状に折り曲げ形成する。ついで、図６に矢印で示されるように、直角方向に治具で折り畳んでゆき、図７に示される巻線アッセンブリ９０Ａを作製する。さらに、同様にして、図８に示されるように、渡り結線および口出し線を有する巻線アッセンブリ９０Ｂを作製する。

【００２４】なお、各導線３０は、図９に示されるように、延出部３０ａで連結された直線部３０ｂが６スロットピッチ（６Ｐ）で配列された平面状パターンに折り曲げ形成されている。そして、隣り合う直線部３０ｂが、延出部３０ａにより、導線３０の幅（Ｗ）分ずらされている。巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂは、このようなパターンに形成された２本の導線３０を図１０に示されるように６スロットピッチずらして直線部３０ｂを重ねて配列された導線対が１スロットピッチづつずらして６対配列されて構成されている。そして、導線３０の端部が巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂの両端の両側に６本づつ延出されている。また、延出部３０ａが巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂの両側部に整列されて配列されている。

【００２５】導線３０は、延出部３０ａの基端部Ａおよび先端部Ｂで折り曲げ成形されているので、基端部Ａ、先端部Ｂには残留ひずみ応力が生じて硬度が中間部Ｃよりも高い。その後、帯状の巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂが環状に成形し易くするために、巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂは３００℃で１０分間アニール処理が施されるが、そのとき延出部３０ａでは、基端部Ａおよび先端部Ｂでは残留応力が除去され、中間部Ｃよりも硬度

が低くなる、つまり軟らかくなっている。

【００２６】また、台形形状のスロット３６ａが所定のピッチ（電気角で３０°）で形成されたＳＰＣＣ材を所定枚数積層し、その外周部をレーザ溶接して、図１１に示されるように、直方体の積層体３６を作製する。

【００２７】そして、図１２の（ａ）に示されるように、インシュレータ１９が積層体３６のスロット３６ａに装着され、２つの巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂの各直線部を各スロット３６ａ内に重ねて押し入れる。これにより、図１２の（ｂ）に示されるように、２つの巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂが積層体３６に装着される。この時、導線３０の直線部３０ｂは、インシュレータ１９により鉄心３６と絶縁されてスロット１５ａ内に径方向に４本並んで収納されている。また、２つの巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂは、図１３に示されるように、重なって積層体３６に装着されている。その後、積層体３６を丸め、その端面同士を当接させて溶接して固定子鉄心１５を得る。このとき、図１２の（ｃ）に示されるように、スロット３６ａ（固定子鉄心のスロット１５ａに相当）は略矩形断面形状となり、その開口部３６ｂ（スロット１５ａの開口部１５ｂに相当）は直線部３０ｂのスロット幅方向寸法より小さくなる。そして、図３に示される結線方法に基づいて、各導線３０の端部同士を結線して３相固定子巻線１６を形成し、図１４に示される固定子８を得る。

【００２８】このように構成された車両用交流発電機では、電流がバッテリ(図示せず）からブラシ１０およびスリップリング９を介して回転子コイル１３に供給され、磁束が発生される。この磁束により、一方のポールコア２０の爪状磁極２２がＮ極に着磁され、他方のポールコア２１の爪状磁極２３がＳ極に着磁される。一方、エンジンの回転トルクがベルトおよびプーリ４を介してシャフト６に伝達され、回転子７が回転される。そこで、多相固定子巻線１６に回転磁界が与えられ、多相固定子巻線１６に起電力が発生する。この交流の起電力が整流器１２を通って直流に整流されるとともに、その大きさがレギュレータ１８により調整され、バッテリに充電される。

【００２９】そして、リヤ側においては、ファン５の回転により、外気が整流器１２のヒートシンクおよびレギュレータ１８のヒートシンク１７にそれぞれ対向して設けられた吸気孔２ａを通じて吸い込まれ、シャフト６の軸に沿って流れて整流器１２およびレギュレータ１８を冷却し、その後ファン５により遠心方向に曲げられて３相固定子巻線１６のリヤ側のコイルエンド１６ｂを冷却し、排気孔２ｂから外部に排出される。一方、フロント側においては、ファン５の回転により、外気が吸気孔１ａから軸方向に吸い込まれ、その後ファン５により遠心方向に曲げられて３相固定子巻線１６のフロント側のコイルエンド１６ａを冷却し、排気孔１ｂより外部に排出される。

【００３０】上記構成の車両用交流発電機では、フロント側のコイルエンド１６ａおよびリア側のコイルエンド１６ｂは、周方向に並んだ複数の延出部３０ａで構成されているので、コイルエンド１６ａ、１６ｂの延出部３０ａにおいて所望の硬度を得ることが容易となる。また、フロント側のコイルエンド１６ａおよびリア側のコイルエンド１６ｂは、軸線方向に沿って異なった硬度である硬度分布をそれぞれ有しており、かつその硬度分布が同一である。従って、３次元的に振動する固定子鉄心１５に対しては、固定子鉄心１５の両側にある延出部３０ａが固定子鉄心１５の振動に対する減衰作用として作用し、振幅を抑制することができる。特に、延出部３０ａの硬度分布は、先端部Ｂおよび基端部Ａと比較して中間部Ｃの硬度が高いので、先端部Ｂおよび基端部Ａを振動基点として、中間部Ｃが２次振動することになり、さらに効果的に固定子振動１５の振幅を抑制することができる。また、この実施の形態では、２組の巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂで構成されており、これらの間の摩擦によって生じる減衰効果も大きい。

【００３１】図１７は本願の発明者が実験で得られた磁気音の特性図であり、この図から明らかのように、この実施の形態１の交流発電機で生じた磁気音が従来例のものと比較して低減することが確認された。特に、固定子鉄心１５の共振現象による特定回転数におけるピーク音が大きく減衰されている。

【００３２】また、延出部３０ａの加工硬化処理は、導線３０の曲げ加工時に同時に行われ、また延出部３０ａの加熱軟化処理も帯状の巻線アッセンブリ９０Ａ、９０Ｂのアニール処理時に同時に行われており、延出部３０ａの硬度調整のためにわざわざ加工硬化処理工程、加熱軟化処理工程を設ける必要性はない。また、この実施の形態１では、予め曲げ加工硬化処理がされた後に、延出部の全体が加熱軟化処理されており、加熱軟化処理による硬度低減が特に加工硬化処理を施した基端部Ａおよび先端部Ｂで大きい。従って、この特性を利用することによって、延出部３０の所定の箇所での硬度を容易に低くすることができる。

【００３３】また、スロット１５ａ間を画成して剛性の低いティースから延出部３０ａが固定子鉄心１５の両端面から軸線方向にそれぞれ突出しているが、各延出部３０ａは略同一形状に形成されているので、コイルエンド１６ａ、１６ｂの延出部３０ａにおいて固定子鉄心１５の振動を抑制するのに適した所望の硬度分布を得ることが容易となる。また、コイルエンド１６ａ、１６ｂの先端面では凹凸が少なくなり、ケース３内のスペース効率に優れ、また漏れインダクタンスが等しく、安定した出力が得られる。さらに、コイルエンド１６ａ、１６ｂでは全周に渡ってほぼ等しく発熱し、３相固定子巻線１６の高温化を抑制することができる。

【００３４】また、周方向に隣り合う延出部３０ａ間には空間が形成されているので、基端部Ａおよび先端部Ｂを振動基点として中間部Ｃは隣接した延出部３０ａと干渉されることなく振動でき、延出部３０ａは固定子鉄心１５の振動を確実に抑制することができる。また、コイルエンド１６ａ、１６ｂではファン５からの冷却風が均一に通風し、冷却性が向上されるとともに、通風抵抗が周方向に均一化され、風騒音が低減される。

【００３５】実施の形態２．図１５はこの発明の実施の形態２の車両用交流発電機の固定子８Ｂの斜視図であり、実施の形態１の固定子８のコイルエンド１６ａ、１６ｂを絶縁性樹脂２５で一体にモールドした点が異なる。絶縁性樹脂２５は、熱伝導率が０．５（Ｗ/mk）のエポキシ樹脂（主剤）と熱伝導率が３．５（Ｗ/mk）のアルミナとを１：４の割合で混合したものである。なお、この図では各相の口出し線、中性点引き出し線は省略されている。この実施の形態では、コイルエンド１６ａ、１６ｂには振動減衰率が大きな絶縁性樹脂２５が設けられているので、固定子鉄心１５の振動は大きく抑制され、磁気音を低減することができる。特に、延出部３０ａ間の絶縁性樹脂２５が磁気音の低減に大きく寄与している。また、延出部３０ａ間の絶縁性樹脂は、延出部３０ａ間での絶縁性をも大幅に向上させている。

【００３６】なお、上記各実施の形態では、導線３０が４ターンの３相固定子巻線１６について説明したが、更に低速で高出力が要求される場合は、例えば導線のターン数を６ターン、８ターンとし、コイルエンドの延出部を周方向に３列、４列になるようにしてもよい。このような構成では、巻線アッセンブリ間の摩擦減衰が更に向上する。また、上記各実施の形態では、１６極の磁極数に対して、固定子のスロット数を９６スロットとしたが、１２極の磁極数に対しては、３相で７２個のスロット、２０極の磁極数に対しては１２０のスロットを採用してもよい。また、毎極毎相１の場合は、１６極の磁極数でスロット数４８、１２極の磁極数でスロット数３６、２０極の磁極数でスロット数６０でもよい。このような多スロット化すると、固定子鉄心の剛性が低くなるが、延出部の数も多くなるため、本発明には好適である。また、延出部の硬度変化は曲げ加工硬化処理および加熱軟化処理の何れか　方を採用することでも達成できる。

【００３７】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の請求項１に係る交流発電機によれば、第１のコイルエンドおよび第２のコイルエンドは、導線の周方向に並んだ複数の延出部で構成されているので、第１のコイルエンドおよび第２のコイルエンドの延出部における硬度管理が容易となり、所望の硬度分布を得ることができる。また、第１のコイルエンドおよび第２のコイルエンドは、軸線方向に沿って異なった硬度である硬度分布を有しており、

かつその硬度分布が同一であるので、固定子鉄心の両側にある高密度の延出部が固定子鉄心の振動に対する減衰作用として作用し、振幅を抑制することができ、磁気音を大幅に低減することができる。

【００３８】また、この発明の請求項２に係る交流発電機によれば、延出部の硬度分布は、先端部および基端部と比較して中間部の硬度が高いので、先端部および基端部を振動基点として、中間部が２次振動することになり、さらに固定子振動の振幅をより抑制することができ、磁気音をより大幅に低減することができる。

【００３９】また、この発明の請求項３に係る交流発電機によれば、延出部の硬度変化は曲げ加工硬化処理および加熱軟化処理の少なくとも一方の処理で与えられるので、延出部の所望の硬度を簡単に得ることができる。

【００４０】また、この発明の請求項４に係る交流発電機によれば、予め曲げ加工硬化処理した後に、延出部の全体が加熱軟化処理されているので、延出部の加工硬化処理は、導線の曲げ加工時に同時に行うことができ、また延出部の加熱軟化処理も導線全体のアニール処理時に同時に行うことができ、延出部の硬度調整のために加工硬化処理工程、加熱軟化処理工程をわざわざ設ける必要性がない。

【００４１】また、この発明の請求項５に係る交流発電機によれば、導線がスロット内のそれぞれにスロット深さ方向に２ｎ層ずつ配列され、延出部が周方向にｎ列に並んで配列されているので、ｎ列に配列された高密度の延出部で固定子鉄心の振動はより抑制され、より磁気音を低減することができる。また、コイルエンドの軸線方向の寸法を小さくすることができ、スペース効率を高めることができる。また、延出部が周方向に２列以上並ぶ場合は、互いの延出部間で生じる摩擦によって減衰力が増し、更に磁気騒音を低減することができる。

【００４２】また、この発明の請求項６に係る交流発電機によれば、各延出部が、略同一形状に形成されているので、コイルエンドの各延出部どうしの硬度分布が均等になり延出部の硬度管理がより容易となり、固定子鉄心の振動を抑制するに適した所望の硬度分布をより容易に得ることができる。また、コイルエンドの先端面では凹凸が少なくなり、スペース効率に優れ、また漏れインダクタンスが等しく、安定した出力が得られる。さらに、コイルエンドでは全周に渡ってほぼ等しく発熱し、多相固定子巻線の高温化を抑制することができる。

【００４３】また、この発明の請求項７に係る交流発電機によれば、周方向に隣り合う延出部には空間が形成されているので、延出部は隣接した延出部に干渉されることなく振動でき、延出部は固定子鉄心の振動抑制に確実に寄与する。また、コイルエンドでは冷却風が均一に通風し、冷却性が向上するとともに、通風抵抗が周方向に均一化され、風騒音が低減される。

【００４４】また、この発明の請求項８に係る交流発電

11

機によれば、延出部には樹脂を備えているので、振動減衰率の大きな絶縁性樹脂で固定子鉄心の振動は大きく抑制され、特に各延出部間の絶縁性樹脂による減衰効果によって磁気音が大幅に低減される。また、延出部間での絶縁性が大幅に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機の構成を示す断面図である。

【図２】　図１の車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図３】　図１の固定子の巻線図である。

【図４】　図１の車両用交流発電機の回路図である。

【図５】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線の製造途中の図である。

【図６】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線の製造途中の図である。

【図７】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線を構成する巻線アッセンブリの平面図である。

【図８】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線を構成する巻線アッセンブリの平面図である。

【図９】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線を構成する導線の要部を示す斜視図である。

【図１０】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線を構成する導線の配列を説明する図である。

12

＊【図１１】　図１の車両用交流発電機の固定子鉄心の構造を説明する図である。

【図１２】　図１の車両用交流発電機の固定子の製造工程を説明する工程断面図である。

【図１３】　図１の車両用交流発電機の３相固定子巻線が積層体に装着された状態を示す平面図である。

【図１４】　図１の車両用交流発電機の固定子の断面図である。

【図１５】　この発明の実施の形態２の固定子の斜視図である。

【図１６】　コイルエンドの硬度分布図である。

【図１７】　磁気音特性図である。

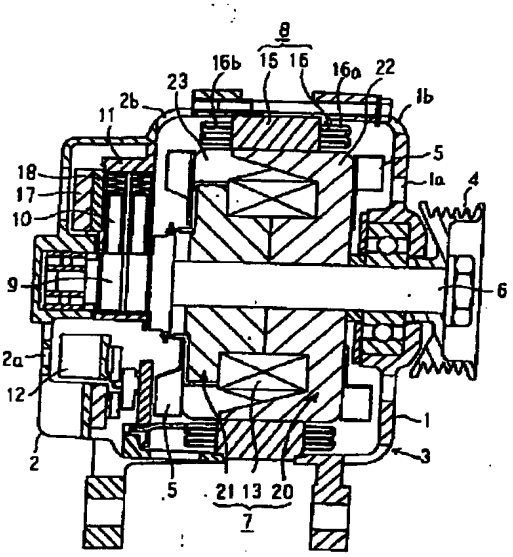
【図１８】　従来の車両用交流発電機の固定子の斜視図である。

【図１９】　図１８の固定子の製造途中の斜視図である。

【符号の説明】

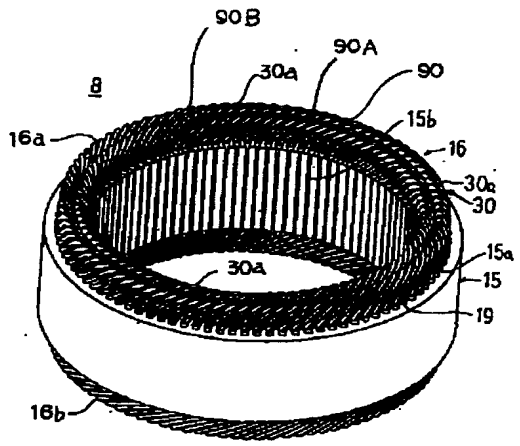
７　回転子、８８Ｂ　固定子、１５　固定子鉄心、１５ａ　スロット、１５ｂ開口部、１６　３相固定子巻線、１６ａ　フロント側コイルエンド（第１のコイルエンド）、１６ｂ　リヤ側コイルエンド（第２のコイルエンド）、２５　絶縁性樹脂、３０　導線、３０ａ　延出部、Ａ　基端部、Ｂ　先端部、Ｃ　中間部。

【図１】



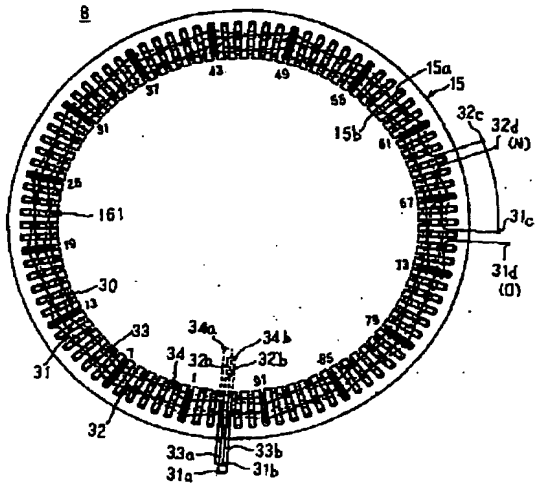
７　回転子　８８Ｂ　固定子　１５　固定子鉄心
１５ｂ　開口部　１６　３相固定子巻線
１６ａ　フロント側コイルエンド（第１のコイルエンド）
１６ｂ　リヤ側コイルエンド（第２のコイルエンド）

【図２】

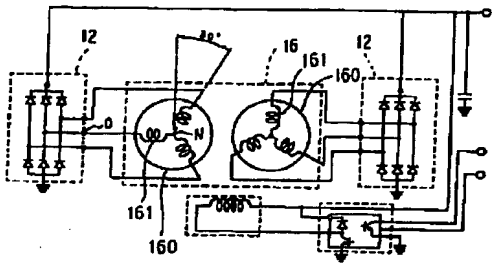


１５ａ　スロット　３０　導線　３０ａ　延出部

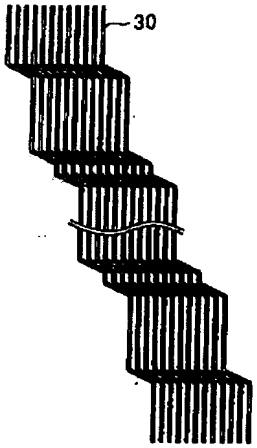
【図３】



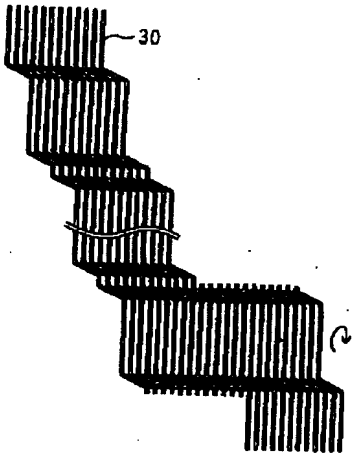
【図４】



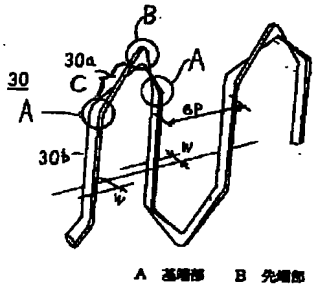
【図５】



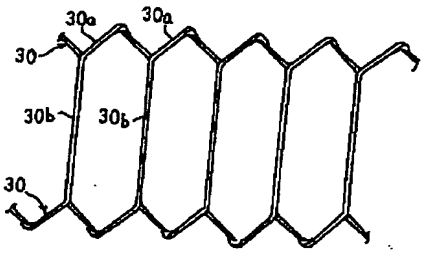
【図６】



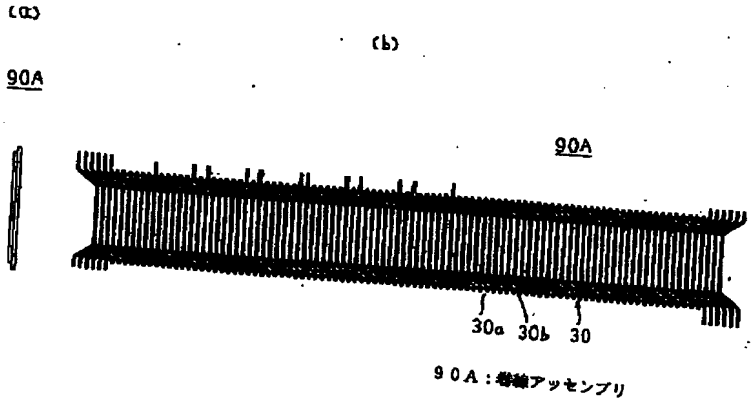
【図９】



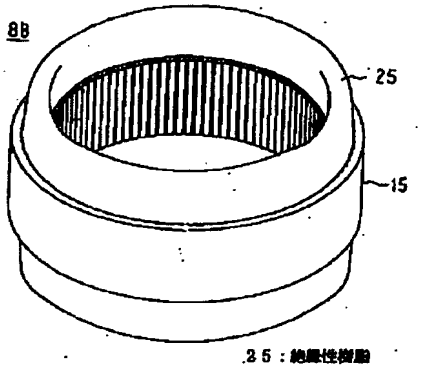
【図１０】



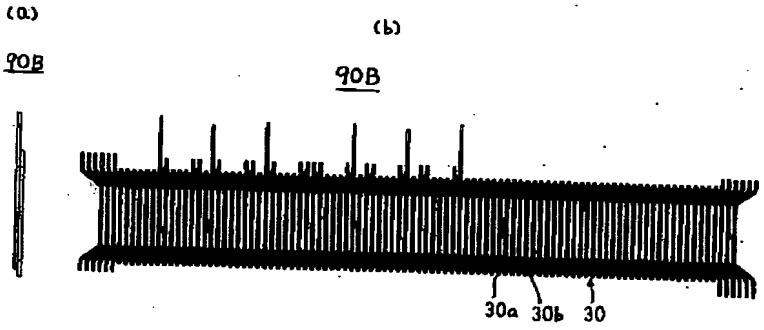
【図７】



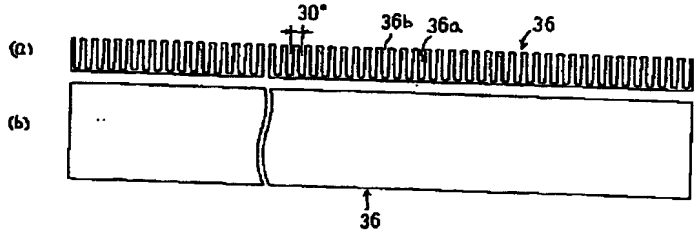
【図１５】



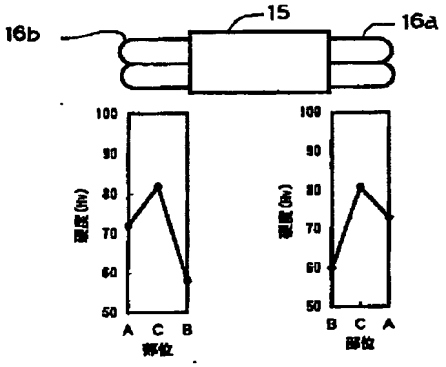
【図８】



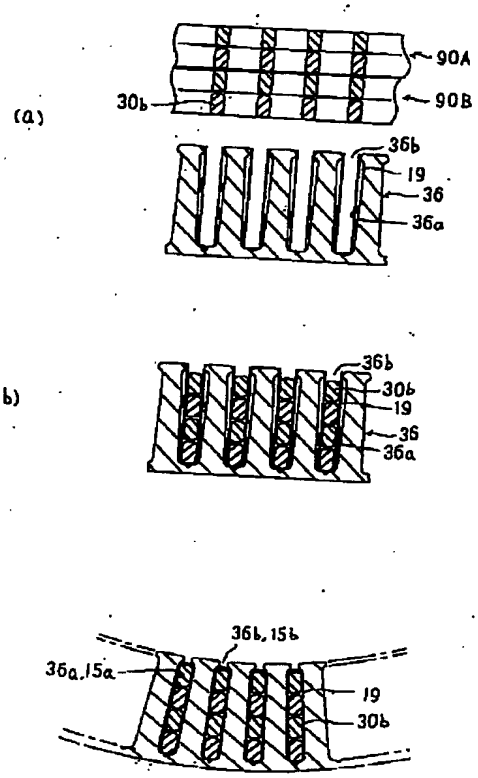
【図１１】



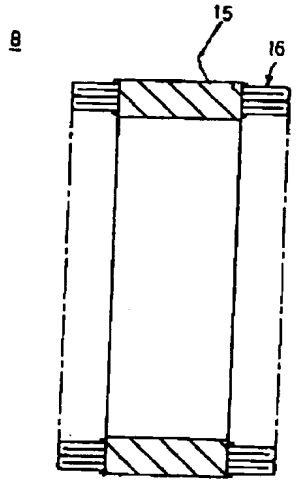
【図１６】



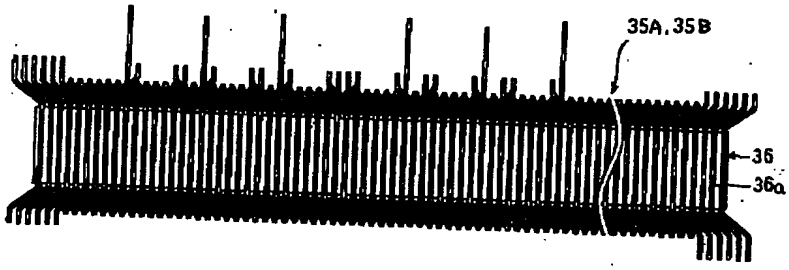
【図１２】


(a)
90A
30b
90B
36b
19
36
36a
(b)
36b
30b
19
36
36a
(d)
36b,15b
36a,15a
19
30b

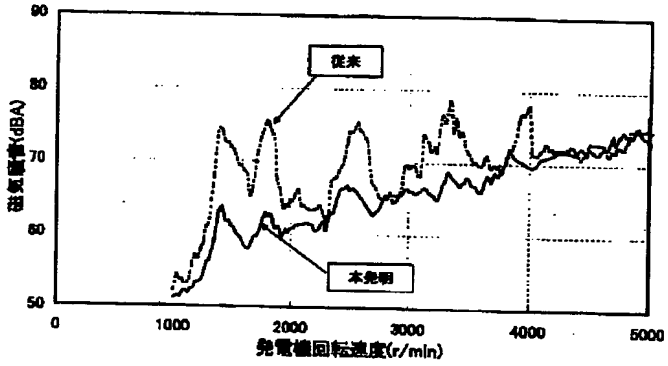
【図１４】


8
15
16

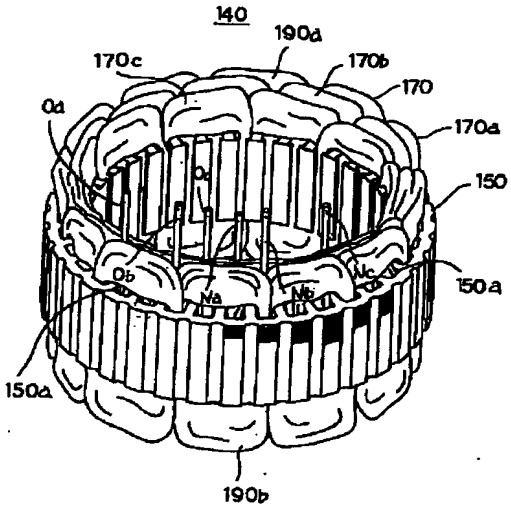
【図１３】


35A,35B
36
36a

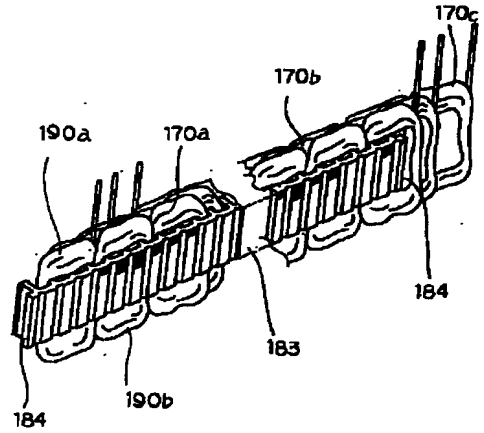
【図１７】



【図１８】



【図１９】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5H603 AA09 AA11 BB02 BB07 BB09
BB12 CA01 CA05 CB03 CC03
CC13 CD02 CD06 CD33
5H615 AA01 BB02 BB07 BB14 PP14
QQ12 SS25
5H619 AA05 AA10 AA11 BB02 BB06
BB18 PP01 PP14 PP35